

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА ОЦЕНКИ КРОШЕНИЯ ПОЧВЫ

А.Н.ОРДА, д. т. н., Н.А.ГИРЕЙКО, аспирант (УО БГАТУ)

Как свидетельствуют многочисленые опытные данные, значительное влияние на всхожесть семян и урожайность оказывает структура почвы. Наиболее агрономически ценная почва – это почва комковатой структуры. В соответствии с классификацией, приведенной в [1], к такой структуре относятся почвы с диаметром агрегатов в пределах 0,25-10 мм. Более крупные почвенные отдельно-сти считаются глыбистой частью почвы, а более мелкие – распыленной.

Различные ученые приводят данные по оптимальным размерам почвенных агрегатов. Для гороха и кукурузы наиболее оптимальные размеры почвенных агрегатов в слое 0-10 см от 5 до 10 мм, а для озимой ржи, озимой и яровой пшеницы, ячменя – 0,25-10 мм [2]. В. В. Медведев установил, что размер преобладающих почвенных агрегатов должен приблизительно соответствовать размеру высеваемых семян и, к тому же, размеры почвенных агрегатов должны быть дифференцированы для поверхностного и семенного слоев [3].

Структурность почвы – способность распадаться на комочки при рыхлении – оказывает влияние на энергетические затраты при ее обработке. На структурных почвах уменьшаются энергетические затраты на механическую обработку, создаются возможности ее минимизации. По данным [4] работа, затрачиваемая при вспашке бесструктурной почвы, в некоторых случаях в 10-11 раз больше, чем при вспашке почвы с выраженной структурой.

К тому же структурная почва в меньшей степени подвержена водной и ветровой эрозии. С увеличением количества крупных частиц (> 1мм) в верхнем слое почвы повышается устойчивость почв к выдуванию [5]. И хотя данный фактор не является решающим, а действует наравне с

другими факторами, определяющими ветроустойчивость почвы, следует уделять ему внимание, особенно при обработке подверженных ветровой эрозии почв.

Опираясь на приведенные данные, можно сказать, что ухудшение структуры почвы приводит не только к экономическим последствиям, но и к экологическим.

Необходимую структуру почвы получают при ее обработке. При этом происходят процессы отделения слоя почвы от монолита и последующее ее крошение до необходимой величины почвенных отдельностей. Получение в конечном итоге агрономически ценной структуры и есть основное отличие работы почвообрабатывающих машин (имеются в виду машины для предпосевной обработки почвы) от иных, например, строительных или дорожных, где основная задача отделить грунт от массива. Однако некоторые приемы разрушения грунтов могут быть применены и применяются для обработки почвы, т.к. основные принципы процесса разрушения почвогрунтового массива одинаковы. Зависимости из механики грунтов, используемые в строительстве при расчете опор, фундаментов и прочих элементов сооружений, взаимодействующих с грунтом, также находят применение в механике почв, но с учетом того, что механика грунтов в этом случае исследует процессы в грунте, происходящие до возникновения критических деформаций, в то время как для обработки почвы важно знать ее поведение в момент разрушения и после разрушения.

Если выделить в механике почв направление, изучающее взаимодействие с почвой рабочих органов сельскохозяйственных машин, то значительное внимание здесь было уделено теории деформации грунта

плоским (простым) и трехгранным (косым) клином, так как взаимодействие большинства рабочих органов с почвой можно представить как различные варианты взаимодействия почвы и клина. Так, И.М. Панов указывает: «Все возможные типы рабочих органов почвообрабатывающих машин являются модификациями простого и косого клина, под действием которых почва может подвергаться различным деформациям: растяжению, сжатию, сдвигу, изгибу и кручению» [6]. Этой теме посвящены работы таких ученых как В.П. Горячкин, В.В. Кацыгин, В.А. Желиговский, М.Д. Подскребко, П.Н. Бурченко и многих других. Изучение взаимодействия клина с почвой ставило целью определить силы, действующие со стороны почвы на рабочий орган, целенаправленное изучение процесса крошения почвы не проводилось, а только констатировалось, что структура почвы после обработки приобретает тот или иной вид.

Изучением закономерностей процесса разрушения (дробления) различных, в том числе сельскохозяйственных материалов, занимались известные ученые, в том числе В.П. Горячкин, Ф. Кик, В.Л. Кирпичев, П.А. Ребиндер, А.К. Рундквист и др. Исходными источниками изучения процесса крошения почвы можно считать теории дробления Риттингера, Кика и Бонда, обобщенная формула которых для определения работы разрушения единицы массы материала имеет вид [7]

$$E = \int_{x_1}^{x_2} -C \frac{dx}{x^n} \quad (1)$$

где x_1, x_2 – начальный и конечный размер кусков;

C – коэффициент, характеризующий свойства разрушаемого материала;

$n = 2$ – согласно теории Риттингера; $n = 1,5$ – по Бонду; $n = 1$ – по Кику.

Однако ввиду неопределенности коэффициентов C и n в (1) применение данной зависимости затруднительно.

Общий закон разрушения твердых тел, предложенный П.А. Ребиндером, имеет вид [8]

$$A = A_s + A_v = K_s DS + K_v V,$$

где A – общая работа на разрушение Hm ;

$K_s DS$ – работа на образование новых поверхностей дробимых материалов, Hm ;

$K_v V$ – работа на деформацию некоторого объема разрушаемого тела, Hm ,

K_s – удельная поверхностная энергия, зависящая от физико-механических свойств материалов, Hm/m^2 ;

DS – поверхность вновь образованных после крошения комков, m^2 ;

K_v – коэффициент пропорциональности, равный удельной объемной деформации и зависящий от прочностных свойств материалов, Hm/m^3 .

В.В. Кацыгин, изучая влияние скорости обработки почвы на интенсивность ее крошения использовал энергетический метод, предложенный проф. Г.И. Покровским, в соответствии с которым разрушение материала происходит при определенном количестве энергии, поглощенной единицей объема вещества.

Если обозначить удельную поглощенную энергию через ψ , поток энергии, т. е. количество энергии U , проходящее в единицу времени, через данную площадку S , обозначить через I , то исходная формула будет иметь вид [9]

$$\psi = \frac{dl}{dx} = -\beta I,$$

или

$$\psi = \frac{d \frac{U}{S}}{dx} = -\beta \frac{U}{S}.$$

Несмотря на значительное количество исследований процессов ре-

зания почвы, остается малоизученным вопрос взаимосвязи фракционного состава обработанной почвы с параметрами и режимами работы почвообрабатывающего орудия. Н. В. Кислов показал в [10], что существует функциональная зависимость между суммарным массовым выходом частиц торфа и их средними диаметрами, подчиняющаяся экспоненциальному закону Розина и Раммлера, который в форме суммарной характеристики по плюсу имеет вид

$$R = 100e^{(-\frac{d}{d_e})^n}, \quad (2)$$

где n – показатель, характеризующий рассеяние частиц по крупности;

d – текущий размер частиц;

R – суммарный выход частиц крупнее размера x ;

d_e – размер частиц, крупнее которого оказывается 36,8 % материала.

На рис. 1 приведены кривые распределения для взрыхленного торфа, полученные нами при участии Н.В. Кислова.

Практическое использование таких графиков затруднено, так как трудно сравнить результаты, полученные при исследовании различных образцов. При дальнейшей обработке результатов ситового анализа строятся графики суммарных массовых выходов частиц, размеры которых больше заданного. Линия, выражающая зависимость суммарного выхода от размеров частиц, называется суммарной характеристикой. Суммарная характеристика может быть построена “по плюсу” или “по минусу”. В первом случае по оси ординат откладывается процентное содержание частиц, диаметр которых больше некоторого заданного диаметра d , а в другом – меньше. На рис. 2 приведена кривая распределения, суммарная характеристика по плюсу и суммарная характеристика по минусу.

Преобразовав формулу (2) и прологарифмировав ее дважды, по-

лучим

$$\lg(\lg \frac{100}{P}) = n \lg d - n \lg d_e + \lg(\lg e). \quad (3)$$

Если обозначить $\lg(\lg e) - n \lg d_e = c$, то получим

$$\lg(\lg \frac{100}{P}) = n \lg d + c. \quad (4)$$

Из уравнения (4) видно, что в координатах $[\lg(\lg 100/P), \lg d]$ уравнение Розина-Раммлера спрямляется. Показатель n , характеризующий рассеяние почвенных агрегатов по крупности, определяется как тангенс угла наклона прямой, а d_e – размер агрегатов, соответствующий выходу 36,8%.

На рис. 3 приведены зависимости суммарного выхода по плюсу торфа от среднего диаметра фракции d для разных значений его влажности. Значения n для влажности $w = 25,0\% - 1,039$; для влажности $w = 48,0\% - 0,949$. Значения d_e составляют 20,767 мм и 11,029 мм соответственно. Коэффициенты детерминированности – 0,987 и 0,926.

Используя зависимость (2) при изучении крошения почвы окучивающим корпусом в [7] показано, что с увеличением скорости обработки размер частиц d_e уменьшается, а равномерность крошения, которая оценивается показателем n , увеличивается.

Использование зависимости (2) при обработке данных фракционного состава почвы позволяет производить сравнительный анализ качества крошения почвы, например, различными комбинированными агрегатами для предпосевной почвообработки.

Представляет интерес также зависимость степени крошения почвы от ее плотности, так как в условиях почвообрабатывающего агрегата некоторая часть рабочих органов взаимодействует с почвой, предварительно уплотненной ходовой системой трактора и впоследствии фракционный состав почвы нерав-

номерно распределен по ширине захвата агрегата.

ВЫВОДЫ

Существующие методики оценки структуры почвы не позволяют оценить влияние способов воздействия ходовых систем и почвообработки с помощью зависимостей и определенных параметров.

Предлагается оценивать структуру почвы с помощью зависимости Розина-Рамлера и параметров крупности и равномерности крошения почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия. - М.: Колос, 1996.

2. Казаков Г.И. Агрофизические показатели плодородия почвы как научные основы ее обработки. // Сб. «Ресурсосберегающие системы обработки почвы». - М.: Агропромиздат, 1990.

3. Медведев В.В., Воронина Н.Д. и др. Комбинированная машина для оптимизации структурного состава посевного слоя почвы и посева. // Сб. «Ресурсосберегающие системы обработки почвы». - М.: Агропромиздат 1990.

4. Саакян Д.В. Система показателей комплексной оценки мобильных машин. - М.: Агропромиздат, 1988.

5. Броневец И.П., Ляпин К.С. О физическом моделировании ветровой эрозии почвы. // Труды ВИМ. Том 69 - М., 1975.

6. Панов И.М. Методы повышения эффективности обработки почвы. // Сб. научных трудов НПО ВИСХОМ «Исследования и разработка почвообрабатывающих и посевных машин». - М.: 1990.

7. Дмитриев А.М., Бохан Н.И. К вопросу крошения почвы рабочими органами. // Труды ЦНИИМЭСХ нечерноземной зоны СССР. Том VII. Мн.: Ураджай, 1969.

8. Гаджиев Парвиз Имран оглы. Технология и комплекс машин для подготовки тяжелых и каменистых почв к посадке и комбайновой уборке картофеля. Автореферат на соискание ученой степени доктора технических наук. - М.: ВИСХОМ, 2002.

9. Вопросы технологии механизированного сельскохозяйственного производства. Под ред. В.В. Кацыгина. - Мн.: ЦНИИМЭСХ, 1963.

10. Кислов Н.В. Аэродинамика измельченного торфа. - Мн.: Наука и техника, 1987.

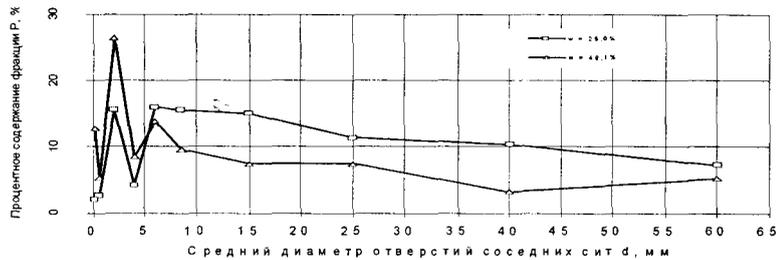


Рис. 1. Частные характеристики крупности частиц взрыхленного торфа.

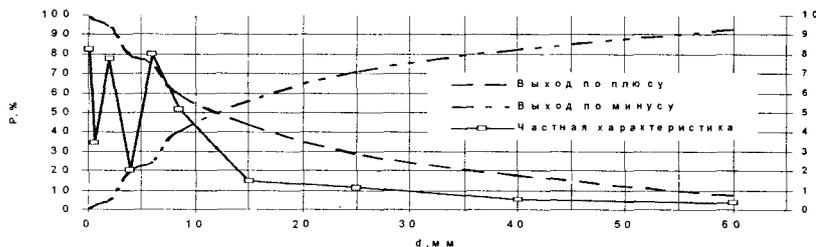


Рис. 2. Кривая распределения (w = 25,0%) и соответствующие ей выходы по плюсу и по минусу.

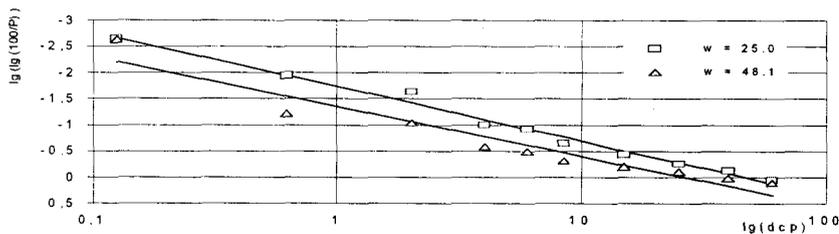


Рис. 3. Зависимость суммарного выхода по плюсу P от среднего диаметра фракций d в логарифмических координатах (для данных, представленных на рис. 1.).

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ОБЪЯВЛЯЕТ НАБОР В АСПИРАНТУРУ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ:

- 05.20.01. «Технологии и средства механизации сельского хозяйства».
- 05.20.02. «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве».
- 05.20.03. «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве».
- 05.13.06. «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)».
- 05.05.03. «Колёсные и гусеничные машины».
- 08.00.05. «Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности)».

ПЕРЕЧЕНЬ ДОКУМЕНТОВ:

- 1.Заявление о приёме в аспирантуру на имя ректора.
 - 2.Личный листок по учёту кадров и три фотографии 4 x 6.
 - 3.Автобиография.
 - 4.Список и копии опубликованных работ, изобретений, список отчётов о научно- исследовательской работе.
 - 5.Выписка из протокола заседания совета факультета высшего учебного заведения для лиц, рекомендованных в аспирантуру непосредственно после окончания высших учебных заведений.
 - 6.Копия диплома о высшем образовании и выписка из зачётной ведомости.
 - 7.Выписка из трудовой книжки (для работающих).
 - 8.Удостоверение по форме 2.2. о сдаче (полностью или частично) кандидатских экзаменов.
Паспорт, диплом об окончании высшего учебного заведения предъявляются лично. Лица, поступающие в аспирантуру по направлению организаций, дополнительно представляют проект договора между направляющей стороной и организацией, осуществляющей подготовку кадров высшей научной квалификации.
- Приём документов до 15 ноября 2004г. Вступительные экзамены с 1 по 15 декабря 2004г.Начало занятий с 10 января 2005г.

ПЕРЕЧЕНЬ ДОКУМЕНТОВ:

**ДЛЯ ЛИЦ, ОФОРМЛЯЮЩИХСЯ В КАЧЕСТВЕ СОИСКАТЕЛЕЙ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК ИЛИ ДОКТОРА НАУК:**

1. Заявление о приёме в аспирантуру, докторантуру на имя ректора.
 2. Личный листок по учёту кадров и три фотографии 4 x 6, (две - для соискателей докторской степени).
 3. Автобиография.
 4. Ходатайство организации, в которой работает лицо, рекомендуемое для зачисления в соискатели, с указанием предполагаемой темы диссертации (ходатайство структурного подразделения для работающих в организации, ведущей подготовку кадров высшей научной квалификации).
 5. Список и копии опубликованных работ, изобретений, патентов и список отчётов о научно- исследовательской работе. Лица, не имеющие опубликованных научных работ, для зачисления в соискатели ученой степени кандидата наук, представляют научные доклады (рефераты) по избранной теме в соответствии со специальностью.
 6. Копии документов о высшем образовании, о присуждении ученой степени кандидата наук (для соискателей докторской степени).
 7. Выписка из трудовой книжки .
 - 8.Удостоверение по форме 2.2. о сдаче (полностью или частично) кандидатских экзаменов для соискателей ученой степени кандидата наук.
Паспорт, диплом об окончании высшего учебного заведения и диплом кандидата наук (для соискателей докторской диссертации) предъявляются лично соискателем.
- Приём документов с 1 по 30 декабря 2004г. Прикрепление соискателей ученой степени кандидата или доктора наук производится один раз в год, с 20 по 31 января 2005г.

За справкой обращаться в отдел аспирантуры БГАТУ:

г. Минск, пр. Ф. Скорины, 99, 1-й корпус, ком. 417, тел. 2-64-25-23.